

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-222944

(P2001-222944A)

(43)公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 01 J 1/32  
11/02  
65/00

識別記号

F I

H 01 J 1/32  
11/02  
65/00

テマコト<sup>\*</sup>(参考)  
A 5 C 0 4 0  
B  
A

審査請求 未請求 請求項の数17 O.L. (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2000-334120(P2000-334120)  
(22)出願日 平成12年11月1日(2000.11.1)  
(31)優先権主張番号 00-5648  
(32)優先日 平成12年2月7日(2000.2.7)  
(33)優先権主張国 韓国(KR)

(71)出願人 590002817  
三星エスディアイ株式会社  
大韓民國京畿道水原市八達區▲しん▼洞  
575番地  
(72)発明者 李 ▲浣▼泰  
大韓民國 京畿道 龍仁市 器興邑 農書  
里 山14-1番地 三星綜合技術院内  
(72)発明者 崔 原鳳  
大韓民國 京畿道 龍仁市 器興邑 農書  
里 山14-1番地 三星綜合技術院内  
(74)代理人 100064414  
弁理士 磯野 道造

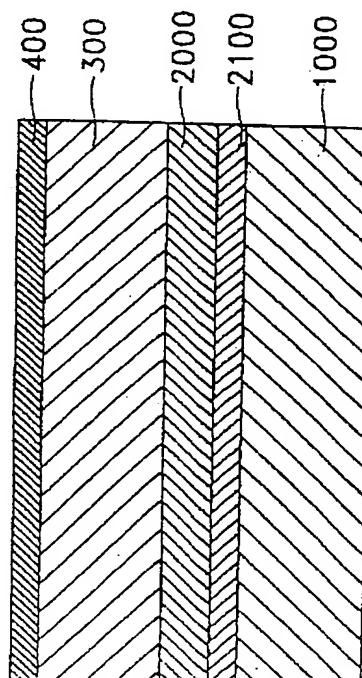
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カーボンナノチューブを採用した2次電子増幅構造体及びこれを用いたプラズマ表示パネル及びバックライト

(57)【要約】

【課題】 カーボンナノチューブを採用した2次電子増幅構造体及びこれを用いたプラズマ表示パネル及びバックライトを提供する。

【解決手段】 本発明に係る2次電子増幅構造体は、カーボンナノチューブ上にMgO薄膜やMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、及び、LiFのようなフッ化物やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような酸化物薄膜を積層した構造で製作されて、電子やイオンによる2次電子放出係数を増大させる作用をする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備したことと特徴とする2次電子増幅構造体。

【請求項2】 前記MgO層の代りにMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、LiF、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中いずれか一つの物質よりなる層が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の2次電子増幅構造体。

【請求項3】 前記カーボンナノチューブはCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中少なくともいずれか一つの金属で形成された電極上に塗布されたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の2次電子増幅構造体。

【請求項4】 一定の間隔を隔ててお互い対向するように配置された前面基板及び背面基板と、

前記二つの基板の対向面上にお互い交差する方向にストライプ状で形成された電極と、

前記背面基板上の電極間にこの電極と並んだ方向に形成され、前記前面基板と前記背面基板とが一定の間隔を維持するように支持すると同時に放電セルを形成する隔壁と、

前記隔壁の側面及び背面基板の電極上に塗布された蛍光体とを具備したプラズマ表示パネルにおいて、

前記前面基板の電極上に形成されたカーボンナノチューブと、

前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備した2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネル。

【請求項5】 前記MgO層の代りにMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、LiF、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中いずれか一つの物質よりなる層が形成されたことを特徴とする請求項4に記載の2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネル。

【請求項6】 前記電極がCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中の少なくともいずれか一つの金属で形成されたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネル。

【請求項7】 前記蛍光体と背面基板の電極との間にカーボンナノチューブがさらに形成されたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネル。

【請求項8】 前記蛍光体と前記MgO層との隔壁側面にカーボンナノチューブがさらに形成されたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネル。

【請求項9】 一定の間隔を隔ててお互い対向するように配置された前面基板及び背面基板と、

前記背面基板上にストライプ状に形成されたアドレス電極と、

前記アドレス電極間の前記背面基板上に前記アドレス電

極と並んだ方向に形成されて、前記前面基板と前記背面基板とが一定の間隔を維持するように支持すると同時に放電セルを形成する隔壁と、

前記隔壁の側面及び前記アドレス電極上面に塗布された蛍光体と、

前記前面基板上に前記アドレス電極と交差する方向にストライプ状でお互い一定の間隔で並んで形成された走査電極及び共通電極と、

前記前面基板上に前記走査電極及び共通電極を覆うよう10に積層された誘電体層とを具備したプラズマ表示パネルにおいて、

前記誘電体層上に形成されたカーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備した2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネル。

【請求項10】 前記MgO層の代りに、MgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、LiF、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中いずれか一つの物質よりなる層が形成されたことを特徴とする請求項9に記載の3電極面放電型プラズマ表示パネル。

【請求項11】 前記電極がCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中の少なくともいずれか一つの金属で形成されたことを特徴とする請求項9または請求項10に記載の2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネル。

【請求項12】 前記蛍光体と背面基板の電極との間にカーボンナノチューブがさらに形成されたことを特徴とする請求項9または請求項10に記載の2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネル。

【請求項13】 前記蛍光体と前記MgO層との隔壁側面にカーボンナノチューブがさらに形成されたことを特徴とする請求項9または請求項10に記載の2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネル。

【請求項14】 一定の間隔を隔ててお互い対向するように配置されて放電空間を形成する前面基板及び背面基板と、

前記前面基板内側面上に形成された初期放電用の第1電極と、

40 前記第1電極上に形成された蛍光体層と、前記背面基板上の内側面に一定の間隔を隔ててお互い並んだ方向のストライプ状で形成された放電維持用の第2電極及び第3電極と、

前記背面基板上に前記第2電極及び第3電極を覆うよう

に塗布された誘電体層と、

前記前面基板と背面基板とを一定の間隔をあけて維持しながら放電空間を密封する隔壁とを具備したバックライトにおいて、

前記誘電体層上に形成されたカーボンナノチューブと、

50 前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを

具備したことを特徴とする2次電子増幅構造体を採用したバックライト。

【請求項15】 前記MgO層の代りに、MgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、LiF、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中いずれか一つの物質よりなる層が形成されたことを特徴とする請求項14に記載の2次電子増幅構造体を採用したバックライト。

【請求項16】 前記第2電極及び第3電極はCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中少なくともいずれか一つの金属で形成されたことを特徴とする請求項14または請求項15に記載の2次電子増幅構造体を採用したバックライト。

【請求項17】 前記蛍光体と第1電極との間にカーボンナノチューブがさらに形成されたことを特徴とする請求項14または請求項15に記載の2次電子増幅構造体を採用したバックライト。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はカーボンナノチューブを採用した2次電子増幅構造体、及びこれを用いたプラズマ表示パネル、及びバックライトに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 20世紀情報革命手段中の一つのディスプレイは、大きくブラウン管と平面ディスプレイ素子とに分けられるが、既存のブラウン管に比べて平面ディスプレイ素子は薄くて携帯性が良いし、消耗電力が低くて既存のブラウン管の短所を補完しながら新たな領域の市場を形成している。このような平面ディスプレイ素子としてはLCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)、PDP (PLASMA DISPLAY PANEL)、FED (FIELD EMISSION DISPLAY)などが主流をなし、その中でPDPは大画面に有利でLCDの短所を最大限補完できる。また、このような平面ディスプレイ素子の弱点を補完して輝度向上を図りうるものとして、光増倍器チューブ(photonmultiplier tube; PMT)とマイクロチャンネル板(microchannel plate; MCP)のような光増幅素子がある。

【0003】 図1は、現在代表的に使われている3電極面放電型プラズマ表示パネルの概略的な構造を示す斜視図で、図2(a)及び図2(b)は、各々図1の3電極面放電型プラズマ表示パネルを横及び縦方向に切開した断面を示す垂直断面図である。

【0004】 図に示したように、3電極面放電型プラズマ表示パネルは、所定の隙間を隔てて互いに向き合つた、前面ガラス基板20と背面ガラス基板10から構成される。隔壁13はこの隙間の間を区分し、各画素に対応する放電空間21をもつセルを形成する。放電を行うすべてのセルには、アドレス電極11、走査電極14、共通電極15が含まれており、走査電極14と共に電極15はアドレス電極11と交差する方向の同一平面上に並んで配置されている。そして、面放電により画像を表

示する。ここで、部材番号12は誘電体層、部材番号17は蛍光体、部材番号16はバス電極、部材番号18は誘電体層、そして部材番号19はMgO保護層である。

【0005】 このように、PDPは基板上に隔壁を形成してプラズマ放電空間(セル)を作り、放電することによって映像を表示する。隔壁13は一般的な印刷法により均一のパターンを持つように形成される。そして、セル中での放電を、隣接セルの放電とは区別した形で行う。この中でPDPの放電セル内でのMgO保護層19

10 の役割は、放電セル21内に2次電子を放出して効率を高めることによって、電極間に印加される放電電圧を下げられるようにし、パネル内部にある電極を保護することである。

【0006】 現在、PDP、FED、光増幅素子として用いられている物質は、2次電子放出係数が低いために電子増幅率が低くて電圧増加と輝度弱化の原因になる。PDPではMgOが2次電子を放出する保護層として使われている。PDPは放電を用いた素子であるため、放電がよく発生できるような放電空間を有する放電セルが

20 形成されるべきである。このような放電セルの空間内に、保護膜としてMgO層が形成されている。このようなMgO層の形成は、主にスパッタリング、電子ビーム蒸着法で薄膜を形成するが、このようなMgO単一物質の蒸着だけではプラズマ放電空間内で、充分な2次電子放出効果を奏するには限界がある。また、PMTやMCPのような光増幅素子及びFEDでも同じように2次電子放出を極大化する必要がある。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、前記のような問題点を改善するために創案したものであって、2次電子を放出するMgO層の長所を最大限生かしながら、カーボンナノチューブを積層して、2次電子放出を極大化できる2次電子増幅構造体を提供することにその目的がある。また、本発明は前記のような問題点を改善するために創案したものであって、前記のように2次電子放出を極大化して輝度を向上させたり、駆動電圧を下げる2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネル、及び、液晶表示パネル用バックライトを提供することにその目的がある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】 前記のような目的を達成するために、本発明に係る2次電子増幅構造体は、カーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備したことを特徴とする。本発明において、前記MgO層の代りに、MgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、LiF、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中いずれか一つの物質よりなる層が形成され、前記カーボンナノチューブは、Cs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中少なくともいずれか一つの金属で形成された電極上に塗布されたことが望ましい。

【0009】また、前記のような目的を達成するため、本発明に係る2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネルは、一定の間隔を隔ててお互い対向するように配置された前面基板及び背面基板と、前記二つの基板の対向面上にお互い交差する方向のストライプ状で形成された電極と、前記背面基板上の電極間にこの電極と並んだ方向に形成されて、前記前面基板と前記一定の間隔を維持するように支持すると同時に放電セルを形成する隔壁と、前記隔壁の側面及び背面基板の電極上に塗布された蛍光体とを具備したプラズマ表示パネルにおいて、前記前面基板の電極上に形成されたカーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備した2次電子増幅構造体を採用したことを特徴とする。

【0010】本発明において、前記MgO層の代りに、 $MgF_2$ 、 $CaF_2$ 、 $LiF$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $SiO_2$ 及び $La_2O_3$ 中いずれか一つの物質よりなる層であっても良く、前記電極はCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中少なくともいずれか一つの金属で形成されていることが好ましい。プラズマ表示パネルはまた、前記蛍光体と背面基板の電極との間にカーボンナノチューブを有する構成、および／または、前記蛍光体と前記MgO層との間の隔壁側面にカーボンナノチューブを有する構成である。

【0011】また、前記のような目的を達成するため、本発明に係る2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネルは、一定の間隔を隔ててお互い対向するように配置された前面基板及び背面基板と、前記背面基板上にストライプ状で形成されたアドレス電極と、前記アドレス電極間の前記背面基板上に前記アドレス電極と並んだ方向に形成されて、前記前面基板との前記一定の間隔を維持するように支持すると同時に放電セルを形成する隔壁と、前記隔壁の側面及び前記アドレス電極上面に塗布された蛍光体と、前記前面基板上に前記アドレス電極と交差する方向のストライプ状でお互い一定の間隔で並んで形成された走査電極及び共通電極と、前記前面基板上に前記走査電極及び共通電極を覆うように積層された誘電体層とを具備したプラズマ表示パネルにおいて、前記誘電体層上に形成されたカーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備した2次電子増幅構造体を採用したことを特徴とする。

【0012】本発明において、前記MgO層の代りに、 $MgF_2$ 、 $CaF_2$ 、 $LiF$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $SiO_2$ 及び $La_2O_3$ 中いずれか一つの物質よりなる層であっても良く、前記電極はCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中少なくともいずれか一つの金属で形成されていることが好ましい。3電極面放電型プラズマ表示パネルはまた、前記蛍光体と背面基板の電極との間にカーボンナノチューブを有する構成、および／ま

たは、前記蛍光体と前記MgO層との間の隔壁側面にカーボンナノチューブを有する構成である。

【0013】また、前記のような目的を達成するため、本発明に係る2次電子増幅構造体を採用したパックライトは、一定の間隔を隔ててお互い対向するように配置されて放電空間を形成する前面基板及び背面基板と、放電空間の前面基板の内側面上に形成された初期放電用第1電極と前記第1電極上に形成された蛍光体層と、放電空間の背面基板上に一定の間隔を隔ててお互いに並んだ方向に、ストライプ状に形成された放電維持用の第2電極および第3電極と、前記背面基板上に前記第2電極及び第3電極を覆うように塗布された誘電体層と、前記前面基板と背面基板を前記一定の間隔で維持しながら放電空間を密封する隔壁とを具備したパックライトにおいて、前記誘電体層上に形成されたカーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブ上に積層されたMgO層とを具備した2次電子増幅構造体を採用したことを特徴とする。

【0014】本発明において、前記MgO層の代りに、 $MgF_2$ 、 $CaF_2$ 、 $LiF$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $SiO_2$ 及び $La_2O_3$ 中いずれか一つの物質よりなる層であっても良く、前記第2電極及び第3電極はCs、W、Mo、Ta、Fe、Cu中少なくともいずれか一つの金属で形成されていることが好ましい。前記蛍光体と第1電極との間にカーボンナノチューブがさらに形成した構成となっている。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明に係る2次電子増幅構造体、及び、これを採用したプラズマ表示パネルと液晶表示パネル用パックライトを詳細に説明する。本発明では前記のように提起された問題点を解決するために、まず、MgO層の長所をそのまま利用すると同時に、放電セル内で効率を極大化するためにMgO形成前にカーボンナノチューブ(carbon nanotube)を形成し、その上にMgO薄膜を積層した2次電子増幅構造体を提供することによって、放電空間内の電子放出が極大化されるようになる。また、本発明ではこのような2次電子増幅構造体を製作して保護膜、蛍光体、隔壁に挿入することによって電子放出を極大化させたプラズマ表示パネルと液晶表示パネル用パックライトを提供する。

【0016】図3は、本発明に係る2次電子増幅構造体の構成を示す断面図である。本発明に係る2次電子増幅構造体は、カーボンナノチューブ300とMgO層400で構成され、図面では2次電子放出効率を測定するためにガラス基板1000上に積層された電極2000上に積層した試料を示した。ここで、電極2000としてNi層2000を使用したが、Ni層はガラス基板1000上に蒸着されずらいので、バッファー層としてCr層2100を蒸着した後、その上に蒸着し形成した。

【0017】ここで、MgO層400の代りにMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、及び、LiFのようなフッ化物や、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような酸化物を、カーボンナノチューブ300上に形成した2次電子増幅構造体としても、相当な2次電子増幅効果を得られる。また、このような物質を電子放出係数値が大きい金属、即ちCs、W、Mo、Ta、Fe、Cuで形成された電極2000上に形成することが望ましい。

【0018】このようなカーボンナノチューブ300上にMgO層400を蒸着した2次電子増幅構造体の2次電子放出に対する実験結果は次の通りである。即ち、本実験では、以下に示すような、異なった層構成を持つ3種類の試料について、図4に示した装置で2次電子放出係数 $\delta$ を測定して比較した。(1) MgO層、(2) カーボンナノチューブ層、(3) 本発明に係るカーボンナ

$$\delta = 1 - (I_t/I_p) = I_s/I_p, \quad I_p = I_t + I_s$$

【0021】本発明に係る2次電子増幅構造体を有する試料において、カーボンナノチューブ上にMgO層を蒸着させる際の、蒸着条件を、基板温度、蒸着率、酸素分圧、厚さなどを変化させて測定した。その結果、各々の因子の変化に応じて2次電子放出係数も変化することが分かった。そこで、これら因子を変化させ、2次電子放出係数δが一番大きくなる条件において、前記3種類の試料について2次電子放出係数δを測定し比較した。

【0022】<実験例1>図5は、1次電子のエネルギー変化に伴う2次電子放出係数 $\delta$ の変化を示すグラフである。図5に示したように、2次電子放出が最大になる時の、各試料の2次電子放出係数 $\delta$ は以下の通りであった。カーボンナノチューブ+MgO(図面ではMgO/カーボンナノチューブ)試料の場合、 $\delta = 2300$ 、MgO層だけ形成された試料での場合、 $\delta = 5.55$ 、カーボンナノチューブだけで形成された試料での場合、 $\delta = 2.46$ 。結果的に、MgO/カーボンナノチューブ層構成を有する試料の場合が、2次電子放出係数 $\delta$ が一番大きいと確認された。このような2次電子増幅構造体は2次電子放出係数 $\delta$ が相対的に非常に大きいので、この構造を表示素子PDP、FED及び電子増幅器、光増幅器に用いると、著しい2次電子増幅効果を得られることが立証された。

【0023】図6は、本発明に係る2次電子増幅構造体の試料で1次電子エネルギーに従う2次電子放出係数 $\delta$ を比較したグラフである。具体的に、MgO/カーボンナノチューブ構造でMgO層の厚さを変えた時、2次電子放出係数 $\delta$ の変化を測定したグラフである。図5と図6に示されたように、本発明に係る2次電子増幅構造体を使えば、既存の方法のように増幅率を高めるのに数回の衝突を必要とせず、1、2回の増幅だけで希望の電子の増幅率を得られるようになる。即ち、2次電子増幅構

\* ノチューブ+MgO層

【0019】2次電子放出係数測定装置は、真空チャンバ500、試料510に電子ビームを照射する電子銃520、試料510に電圧を印加する可変電源540及び試料510で流れる電流を測定するための電流計530より構成される。測定方法は次の通りである。まず、真空チャンバ500内に3つの試料510を装着し、可変電源540で試料510の電極に適当な電圧を印加した状態で電子銃520で試料510に電子ビームを照射すれば、電子ビームが試料510の表面に衝突して2次電子を放出する。この2次電子により形成される電流が $I_s$ である。電子ビームがなす電流を $I_p$ とすると、電流計530で測定される電流が $|t$ の場合、2次電子放出係数 $\delta$ について、式数1のような関係が成立する。

[0020]

【数1】

造体で得られる信号利得は(即ち、増幅率は)、次の数式

10004

【數◎】

$$\text{Gain} = \delta, \delta^{(n-1)}$$

【0025】ここで、 $\delta_1$ は初期衝突での増幅率(gain)で、 $\delta^{(n-1)}$ は初期衝突で $\delta_1$ の増幅率を有する試料に数回順次に衝突された時の平均増幅率であり、nは電子がチャンネルの長さに従って衝突された回数を示す。即ち、式2及び図5と図6から分かるように、本発明を用いると、従来法のように数回の増幅を必要とせず、1、2回の増幅だけで希望の増幅率を得ることができ。したがって、複雑なMCP、PMTの構造を簡単に作ることができ、大面積化も可能になる。従来、大画面において増幅率を上げることは、コストが高く、かつ、製作が難しいという短所があったが、本発明による物質を用いると、大画面が容易に製作できてコストダウン効果を奏すことができる。

【0026】<実験例2>次に実験例1と同じ方式で製作された2次電子増幅構造体と、カーボンナノチューブを印刷法で形成した薄膜と、既存MgO層とに対してイオンによる2次電子放出係数 $\gamma$ を測定した。このデータは、本発明の2次電子増幅構造体をPDPとPDP構造用いたバックライト製作時に通常保護層として使われるMgOの代りに使用すると、高い2次電子放出係数 $\gamma$ によって駆動電圧を下げられる可能性があるという根拠となる。

【0027】イオンによる2次電子放出係数 $\gamma$ 値を測定した結果、実際のPDP内部でのイオンの加速電圧(50V以下)でイオンによる2次電子放出係数 $\gamma$ が増大することを確認した。これは式数3で表示される。

【0028】

【数3】

$$V_f = \frac{A(pd)}{\ln \left[ \frac{B(pd)}{\ln(1 + \frac{1}{\gamma})} \right]}$$

【0029】ここで、 $V_f$ はPDPの初期放電電圧で、 $\gamma$ は2次電子放出係数、A、Bはガスで決定される常数であり、dは電極間の距離である。このような式3に基づいてイオンによる2次電子放出係数 $\gamma$ が大きくなるので駆動電圧の下がりが期待できる。

【0030】図7はこのような測定結果を示すグラフであって、各々相異なる構成を持つ層の2次電子放出係数 $\gamma$ を測定することによって、各々の違いを比較できる。グラフでMgOはMgO層、カーボンナノチューブはカーボンナノチューブ層、カーボンナノチューブ+MgO1 (MgO2)はカーボンナノチューブ上にMgO層が形成された層(MgO1とMgO2は蒸着条件差)を各々示す。PDPのセル内で実際に測定される加速電圧は約30V以下であるので、2次電子放出係数 $\gamma$ の値も30V以下の範囲で比較する。この比較により、従来のMgOよりもカーボンナノチューブ、カーボンナノチューブ+MgOの方が $\gamma$ 値が大きいことが観察され、これはPDPとPDP構造を用いたバックライトランプ構造で駆動電圧が下がることを意味する。

【0031】以上のような実験は最初に進行された実験であって、カーボンナノチューブ上にMgO薄膜が形成されることによって2次電子放出係数が増大することを確認した。即ち、実験例1では、電子による2次電子放出係数( $\delta$ と表示)の増加を確認し、実験例2では、イオンによる2次電子放出係数( $\gamma$ と表示)の増加を確認した。

【0032】まず、電子による2次電子放出係数 $\delta$ は、既存のMgO層では、2~5程度であるに対して、本発明に係る2次電子増幅構造体では、1900まで増大した。すなわち、2次電子増幅構造体では電子による2次電子放出が今まで知られた物質(約80程度と知られている)より数百倍以上増大することを確認した。このような放出係数 $\delta$ の増加は、MgO表面の表面積が増大して大きくなつたためであると考えられ、このMgOの表面積増加は、カーボンナノチューブによる増幅効果によることと思われる。

【0033】また、イオンによる2次電子放出係数 $\gamma$ 値を測定した結果、2次電子放出係数 $\gamma$ は実際のPDP内部で、イオンの加速電圧(50V以下)により、増大することを確認した。これは式3で表示されているが、この式3で示されたように、イオンによる2次電子放

出係数 $\gamma$ の値が大きくなるほど、初期放電電圧 $V_f$ の値は小さくなる結果を示す。

【0034】本発明により、カーボンナノチューブ上にMgO層を積層させた構成の方が、一般的な保護膜であってPDP放電空間に形成されるMgOよりも $\gamma$ 値が大きくなり、PDP駆動電圧が下がることを確認できた(PDP放電時にイオンの加速電圧が50V以下)。このように $\gamma$ 値が大きくなることは、現在PDP構造のLCDバックライトを使用する平板ランプでも本発明に係る

10 2次電子増幅構造体を使えば、ランプの駆動電圧が下がってLCD素子の駆動電圧を下げる効果を奏しうることを意味する。

【0035】また、前記のような2次電子増幅構造体を形成するには、MgO層の他にもMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、及び、LiFのようなフッ化物やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような酸化物をカーボンナノチューブ上に積層しても、大きい2次電子増幅効果を得られることは前述したとおりである。これらの中で、SiO<sub>2</sub>層をカーボンナノチューブ上に積層し

20 た2次電子増幅構造体での2次電子増幅効果を測定した結果のグラフが図8に示される。図に示したように、SiO<sub>2</sub>層/カーボンナノチューブで構成された2次電子増幅構造体の試料では2次電子放出係数 $\delta$ が6000まで増加することが分かる。

【0036】このような結果により、電子とイオンによる2次電子放出係数が性能に重要な役割をする表示装置のFED、PDPに応用でき、MCP及びPMTに応用できる。従って従来よりも改善された駆動電圧を有するディスプレイ及び増幅器素子を製作できる。このような2次電子増幅構造体をプラズマ表示パネルに適用した本発明に係る実施例が図9に示される。

【0037】図9は、前記のような2次電子増幅効果を示す2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネルの一実施例の垂直断面図である。図に示したように、本発明に係る2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネルは、基本的に一定の間隔を隔ててお互い対向する前面ガラス基板200及び背面ガラス基板100と、空間を分割して各画素に対応する放電空間210を含むセルを構成する隔壁130と、各放電セル

40 210で放電を起こすためのアドレス電極110及び走査電極140と共に共通電極150とを具備し、誘電体層180とMgO保護層190との間にカーボンナノチューブ220を蒸着した構造を有することが一番大きい特徴である。

【0038】即ち、MgO保護層190とカーボンナノチューブ220とより構成される2次電子増幅構造体を具備したことが一番大きい特徴である。ここで、保護層190の構成物質としてMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、及び、LiFのようなフッ化物やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような酸化物を使用してカ

一ポンナノチューブと共に2次電子増幅構造体を形成しても、相当な2次電子増幅効果を得られる。また、このような物質を電子放出係数値が大きい金属、即ちCs、W、Mo、Ta、Fe、Cuで形成された電極上に形成することが望ましい。

【0039】このような2次電子増幅構造体は、同一平面にアドレス電極110と交差する方向に並んで配置された、走査電極140と共通電極150との間に印加された電圧により、放電空間210に面放電が起きれば2次電子を大量で放出する。これは即ち、走査電極140と共に電極150との間に印加された電圧により、不活性ガスによる大量のプラズマ放電状態が形成されることを意味する。この際、既存のPDPよりも多量の不活性ガスがイオン化され、より多量の紫外線が放出され、蛍光体170を励起して画像の輝度を画期的に高められるようになる。ここで、部材番号120は誘電体層である。

【0040】また、図10は、本発明に係る2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネルの他の実施例を示す断面図である。この実施例の構造は、図9の実施例と同じ構造で蛍光体170とMgO保護層190との間の隔壁側面上にカーボンナノチューブ240を蒸着したり、蛍光体170と電極110(あるいは誘電体120)との間にカーボンナノチューブ230を形成して2次電子放出の効果を極大化したものである。

【0041】一方、図11は、本発明に係る2次電子増幅構造体を採用した液晶表示素子用バックライトの概略的構成を示す垂直断面図である。図に示したように、この実施例は、前述した2次電子増幅構造体を採用した3電極面放電型プラズマ表示パネルと類似の構造を有する。即ち、この実施例は、基本的に一定の間隔を隔ててお互い対向する前面ガラス基板60、及び、背面ガラス基板50間に放電空間59を形成し、放電空間59を隔壁56で密封する。このように形成された放電空間59で、初期放電を起こすための(壁電荷形成のため)第1電極57を前面ガラス基板60の内側面上に形成し、その上に蛍光体層58を形成する。

【0042】このような放電空間59内の壁電荷を用いて、放電を維持し続けるための面放電を起こすが、この面放電を遂行するための第2電極51と第3電極52が、背面ガラス基板50上に一定の間隔を隔てて並んで形成される。これら第2電極51及び第3電極52が覆われるように背面基板50上には誘電体層53が塗布される。この誘電体層53上にカーボンナノチューブ54とMgO保護層55が積層されて形成された2次電子増幅構造体が形成されたことが特徴である。

【0043】即ち、カーボンナノチューブ54とMgO保護層55により構成される2次電子増幅構造体を具備して、2次電子の増幅効果を高めたことが、一番大きい特徴である。ここで、MgO保護層55の代りに、Mg

F<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、及び、LiFのようなフッ化物や、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような酸化物を、カーボンナノチューブ54上に蒸着して2次電子増幅構造体を形成しても、相当な2次電子増幅効果を得られる。また、このような物質を電子放出係数値が大きい金属、即ちCs、W、Mo、Ta、Fe、Cuで形成された電極上に形成することが望ましい。

【0044】また、図12は、図11に示したようなバックライトにおいて、第1電極57と蛍光体層58との間に、カーボンナノチューブ61を設けた構成であり、このような構成とすることも望ましい。このようにすれば、バックライトの輝度がさらに向上する。このような輝度向上は、蛍光体の表面積が広くなつて輝度が向上することと考えられる。

## 【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る2次電子増幅構造体は、カーボンナノチューブ上にMgO薄膜やMgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、及び、LiFのようなフッ化物やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CaO、SrO、SiO<sub>2</sub>及びLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような酸化物薄膜を積層した構造で製作されて、電子やイオンによる2次電子放出係数を増大させる作用をする。従って、このような2次電子増幅構造体を使用すれば、次のような効果を得られる。

【0046】1. PDPに適用すれば、PDP内部でのイオンによる2次電子放出係数 $\gamma$ が増大するので高い輝度を得られる。これはPDPを駆動させる駆動電圧を下げられることを意味し、合わせてPDP回路の安定化にも寄与しコストをやすくできる長所を付与する。2. PDP構造をLCDバックライトに適用する場合には、LCDバックライトの輝度を高める。従って、これはバックライトの駆動電圧を下げられることを意味する。

【0047】3. FEDとFED構造を用いたLCDバックライト、マイクロチャンネルプレート(MCP)、光増配チューブ(PMT)に適用すれば、PDPと同じように2次電子放出係数 $\delta$ が増大する。従って、このような素子のセル内部にカーボンナノチューブあるいはカーボンナノチューブ+MgOが挿入されれば輝度向上(駆動電圧の下がり)を図りうる。また、本発明を利用すると增幅率が高くなるので、既存增幅器の厚さ及び直径、構造変換が自在である。さらに、MCPを用いた他のデバイスにも応用が可能であり、他のデバイスの性能改善効果を奏しうる。即ち、結果的に各デバイスの性能改善(駆動電圧の立ち下がり及び輝度増大)とデバイスのコストダウン及び収率が向上する効果を奏しうる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】既存3電極面放電型プラズマ表示パネルの概略的構造を示す斜視図。

【図2】図2A及び図2Bは、図1のプラズマ表示パネルを横方向及び縦方向に切開した断面図。

【図3】本発明に係る2次電子増幅構造体の実施例を示す断面図。

【図4】2次電子放出係数を測定する装置を概略的に示す図面。

【図5】カーボンナノチューブ+MgOで形成された図3の2次電子増幅構造体試料で電子による2次電子放出係数を測定して示したグラフ。

【図6】本発明に係る2次電子増幅構造体でMgOの蒸着厚さに従う2次電子放出係数を比較して示したグラフ。

【図7】カーボンナノチューブ+MgOで形成された図3の2次電子増幅構造体試料でイオンによる2次電子放出係数を測定して示したグラフ。

【図8】カーボンナノチューブ+SiO<sub>2</sub>で形成された図3の2次電子増幅構造体試料で電子による2次電子放出係数を測定して示したグラフ。

【図9】本発明に係る2次電子増幅構造体を採用したブ

ラズマ表示パネルの一実施例の概略的構成を示す垂直断面図。

【図10】本発明に係る2次電子増幅構造体を採用したプラズマ表示パネルの他の実施例の概略的構成を示す垂直断面図。

【図11】本発明に係る2次電子増幅構造体を採用した液晶表示パネル用バックライトの一実施例の概略的構成を示す垂直断面図。

【図12】本発明に係る2次電子増幅構造体を採用した液晶表示パネル用バックライトの他の実施例の概略的構成を示す垂直断面図である。

【符号の説明】

300……カーボンナノチューブ

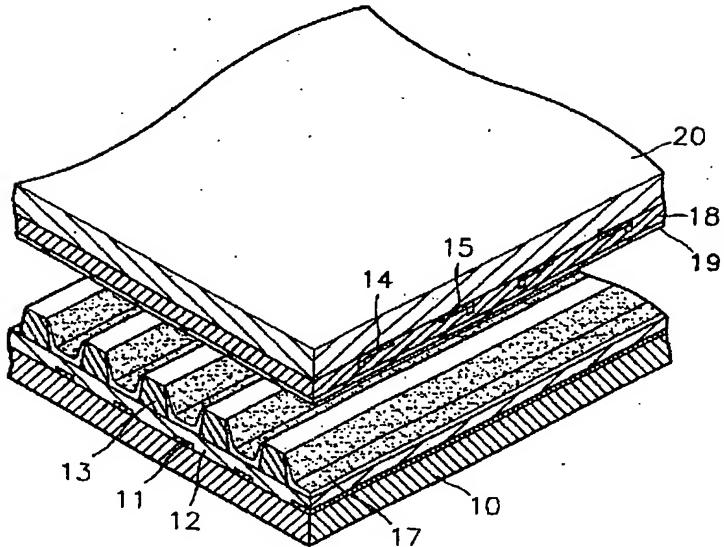
400……MgO層

1000…ガラス基板

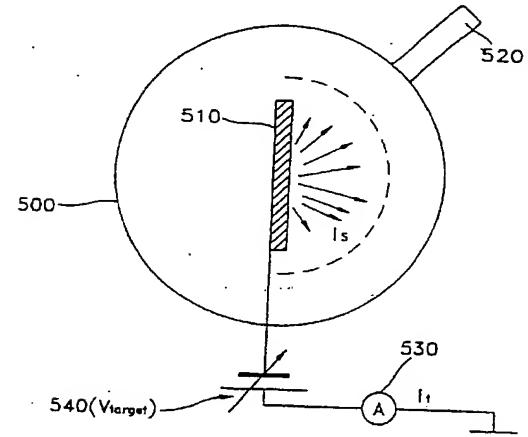
2000…電極

2100…Cr層

【図1】

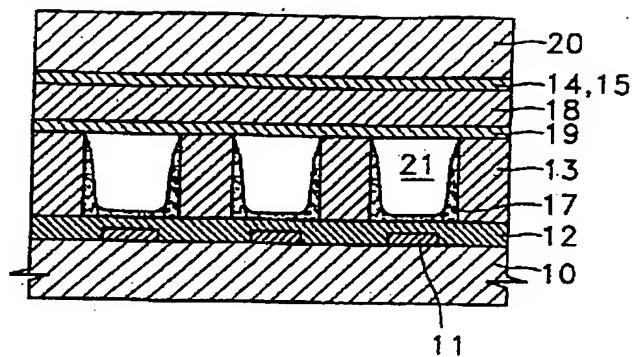


【図4】

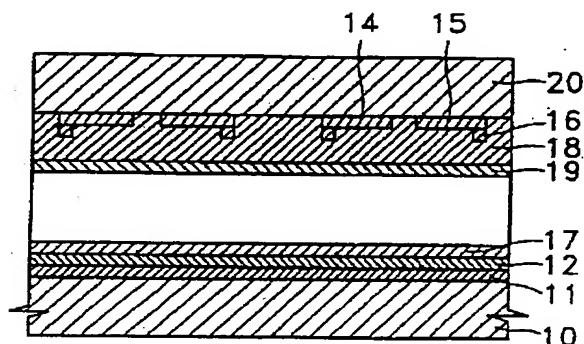


【図2】

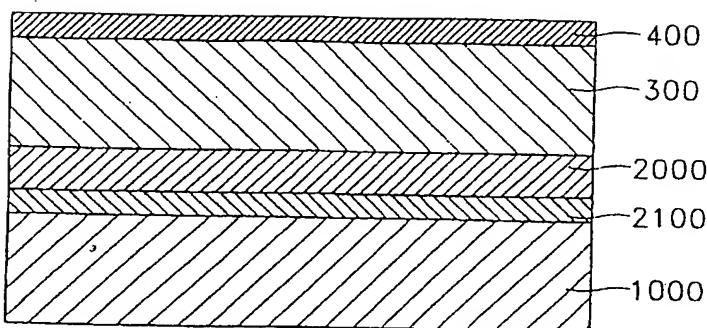
(a)



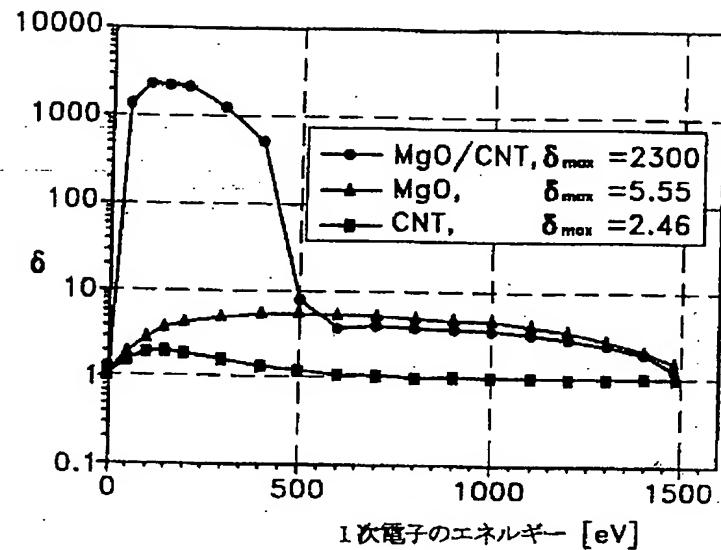
(b)



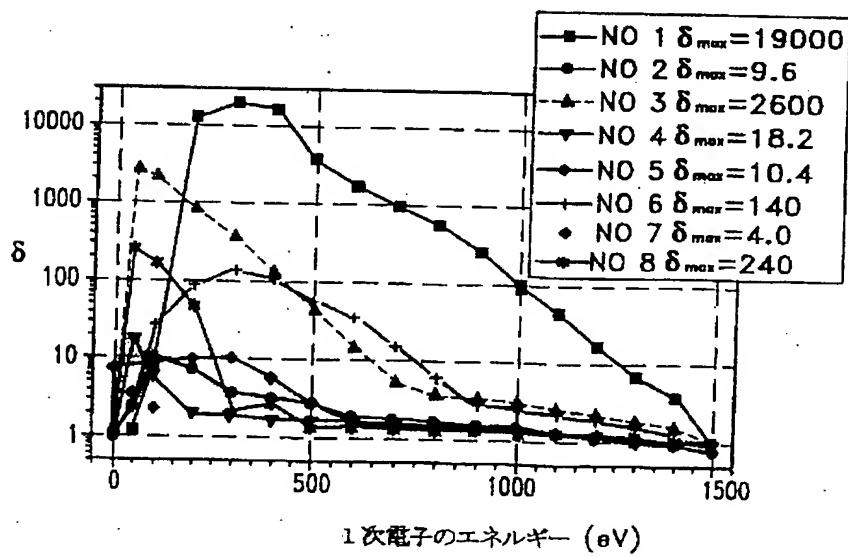
【図3】



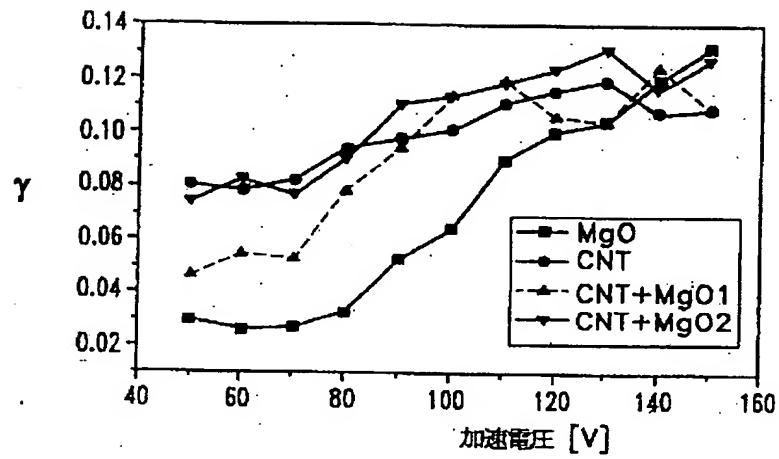
【図5】



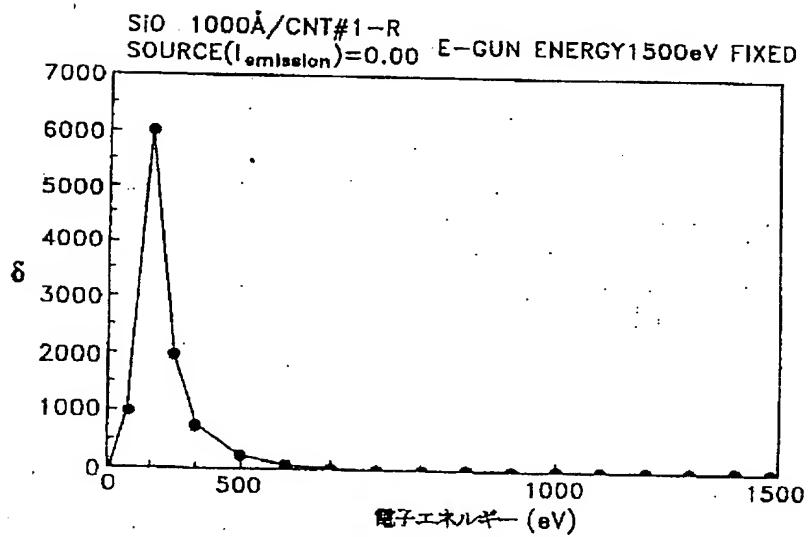
【図6】



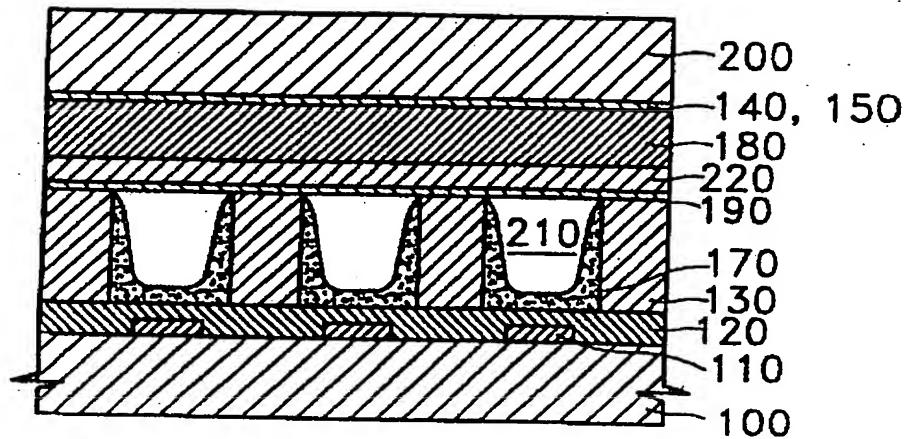
【図7】



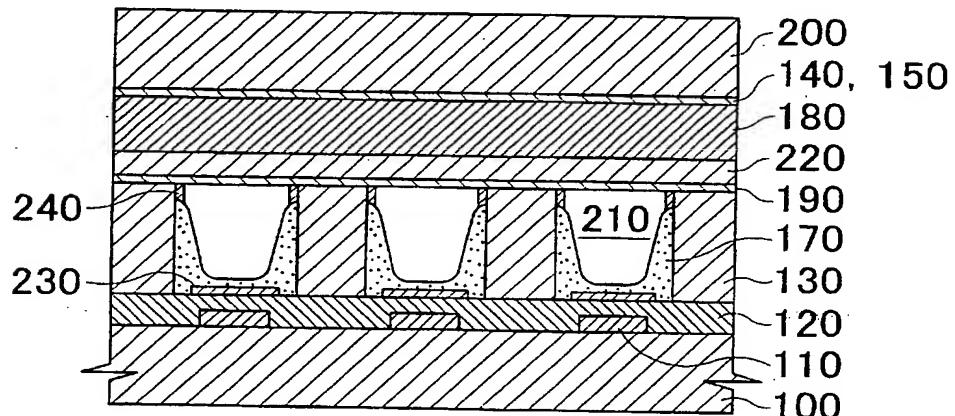
【図8】



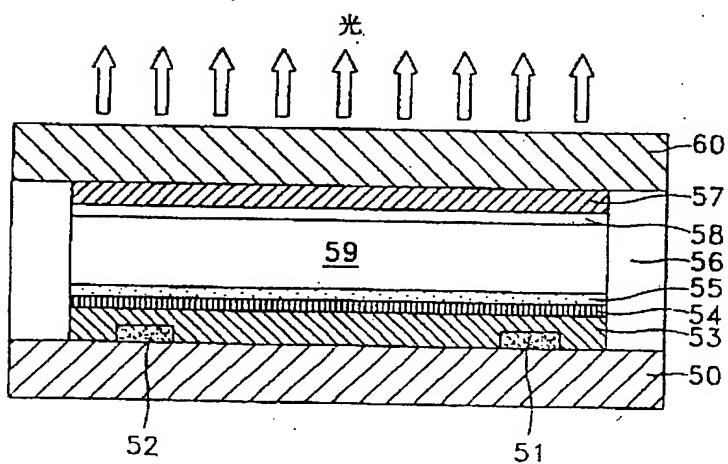
【図9】



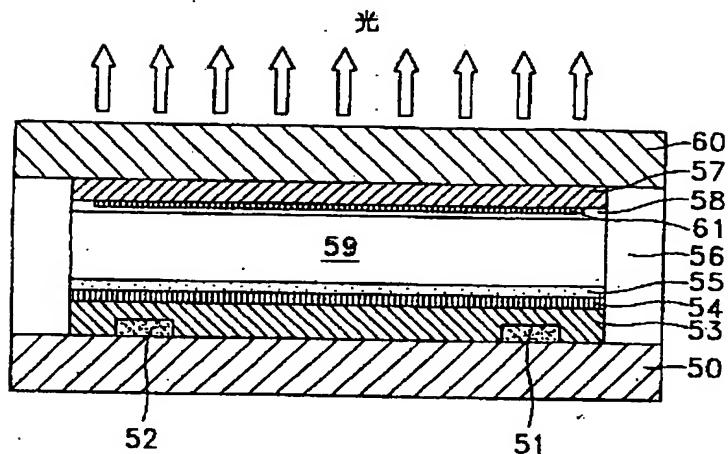
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 韓 仁澤

大韓民国 京畿道 龍仁市 器興邑 農書  
里 山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 李 晶姫

大韓民国 京畿道 龍仁市 器興邑 農書  
里 山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 俞 世起

大韓民国 京畿道 龍仁市 器興邑 農書  
里 山14-1番地 三星綜合技術院内  
F ターム(参考) 5C040 FA01 GE08 GF02 GG05 JA07  
MA03 MA12